

SECRET DURING COPY

3012771

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

3012771

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

SECRET

UNCODED

COUNTRY	East Germany	REPORT	
SUBJECT	Development of a Golay Cell at the Heinrich Hertz Institute	DATE DISTR.	11 October 1956
		NO. PAGES	2
		REQUIREMENT NO.	RD
DATE OF INFO.		REFERENCES	This is UNEVALUATED Information
PLACE & DATE ACQ.			

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

- In 1956, development work is to be done on Golay cells ¹ by Dr. Helmut Jung of the Heinrich Hertz Institute for Oscillation Research, Berlin-Adlershof. The nature of this work was illustrated by a paper read at a conference of the East German Physical Society in October 1955. 25X1
- Apart from the Heinrich Hertz Institute, the Physics Institute of Jena University is the only research agency in East Germany working on the Golay cell. 25X1
- At a conference held by the East German Physical Society at Weimar from 8 to 10 October 1955 on problems of spectrum analysis, Heinz Boettcher, a research student at the Physics Institute of Jena University, reported on the pneumatic radiation receiver operating in the field of medium and long wave infrared radiation. 25X1
- In 1955, Dr. Jung developed a Golay cell for a wave length of 10 cm. The cell consisted of an absorber foil followed by an air cushion and a condenser microphone in low-frequency switching. For modulation purposes, a constant frequency of 10 cps was used which was derived from a standard frequency of 1,000 cps as delivered by the Ministry for Post and Telecommunications. A phase-sensitive rectifier was used as detector. This detector also obtained usable results for voltages which were below the level of background noise. A superimposed filter prevented the overmodulation of the rectifier. A recording device was used in order to achieve a relatively long adjusting time (Einstellzeit). The sensitivity of the arrangement was not quite 10⁻⁷ watts per square centimeter. 25X1
- In the spring of 1956, work on the development of a Golay cell for a wave length of 3 cm. was started. A high-frequency system in bridge connection was used for the measurements with the condenser microphone. Acoustic disturbances were eliminated by a second condenser microphone located in the second bridge section (Brueckenweig). A simple RC generator was used for the production of the switching frequency of 10 cps. The high frequency auxiliary voltage of 100 kcs was taken from a quartz clock; an electronic filter was used. 25X1

SECRET

STATE	X	ARMY	#X	NAVY	#X	AIR	#X	FBI	AEC		
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)											

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

25X1

25X1

~~S E C R E T~~

[Redacted]

- 2 -

[Redacted]

25X1

6. In 1956, research work on Golay cells in the millimeter wave range were planned.

[Redacted]

Comment. A detector of infrared energy.

25X1

[Redacted]

25X1

~~S E C R E T~~

[Redacted]

25X1

Approved For Release 2007/12/03 : CIA-RDP83-00418R006500020002-5

Page Denied

~~SECRET~~

L

25X1

Bericht über einen pneumatischen Strahlungsempfänger für
das Gebiet mittel- und langwelliger Infrarotstrahlung

Von Heinz Böttcher, Jena

25X1

Vortrag auf der Arbeitstagung "Spektralanalyse" der Physikalischen
Gesellschaft in der DDR vom 8.-10. Oktober 1955 in Weimar

Bei der Messung kleiner Strahlungsleistungen im infraroten Spektralbereich machen sich die Temperaturschwankungen der Umgebung des Strahlungsempfängers störend bemerkbar. Diese Schwierigkeit lässt sich umgehen, wenn eine Wechsellichtmethode angewendet wird; dabei benötigt man Strahlungsempfänger mit genügend kleiner Einstellzeit, damit sie der Wechselstrahlung ohne wesentlichen Anzeigeverlust zu folgen vermögen. Für die Gruppe der thermischen Empfänger heißt das, daß die am eigentlichen Strahlungsempfang beteiligten Massen sehr klein gehalten werden müssen, eine Forderung die die pneumatischen Strahlungsempfänger auf Grund ihrer Konstruktion recht gut erfüllen. Dadurch stellen sie besonders für Wechsellichtmessungen geeignete Empfänger dar [1], [2], [3], [4].

Ein solcher Empfänger arbeitet nach folgendem Prinzip (Abb. 1): Die zu messende Strahlungsenergie wird im Innern einer gasgefüllten Meßkammer mit Hilfe eines grauen, möglichst schwarzen Absorptionsmittels in eine äquivalente Wärmeenergiemenge umgewandelt. Diese dient dazu, die Temperatur des eingeschlossenen Gases zu erhöhen und eine ihr proportionale Volumenänderung zu bewirken. Sie kann in einer Anordnung gemessen werden, bei der eine Wand der Meßkammer als leichtbewegliche Membran ausgebildet worden ist. Die Auslenkung dieser Membran ist proportional der einfallenden Strahlungsenergie und kann mit einer geeigneten elektrischen oder optischen Anordnung nachgewiesen und gemessen werden. Fällt die Strahlungsleistung periodisch ein, so führt die Membran erzwungene Schwingungen gleich-

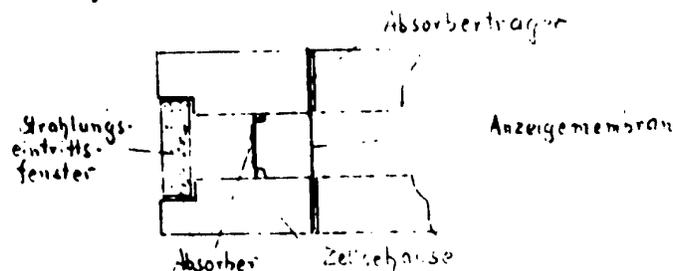


Abb. 1 Prinzip eines pneumatischen Strahlungsempfängers

cher Frequenz aus, deren Amplitude ein Maß für die einfallende Strahlung ist. Zur Beschreibung der gesamten Messung unterscheidet man zweckmäßig zwischen dem eigentlichen Empfangsvorgang, der bis zur Membranauslenkung einschließlich gerechnet werden soll, und dem anschließenden Nachweisvorgang.

1. Der Empfangsvorgang

Die periodisch¹⁾ einfallende Strahlungsleistung $\gamma(t) = S_0 \cdot \sin \omega t$

¹⁾ Im allgemeinen wird die Wechselstrahlung nicht sinusförmig einfallen. Es sei deshalb im folgenden immer nur die Grundfrequenz der Unterbrechung und ihrer Amplitude betrachtet. Es lässt sich durch eine entsprechende Anordnung erreichen, daß insbesondere konstante Glieder und Oberfrequenzen der Temperaturamplitude nicht zur Anzeige kommen.

~~SECRET~~

25X1

SECRET

25X1

verursacht zunächst eine Wechseltemperatur des Absorbers. Ihr Betrag ergibt sich nach kurzer Umformung aus der Bilanz des Energieaustausches Strahlungsenergie-Wärmeenergie zu:

$$\Delta T_A = \frac{S_2}{G} \cdot \frac{1}{1 + (w \frac{C_A}{G})^2}$$

dabei ist: w Wechsellichtkreisfrequenz,
 G Wärmekapazität des Absorbers,
 G Wärmeableitung des Absorbers,
 $\Delta T_A = T_A - T_U$ Temperaturdifferenz zwischen Absorber und Umgebung.

T_U ist die Temperatur des Zellgehäuses, die wegen der großen Masse und guten Wärmeleitfähigkeit als gleichbleibende Bezugstemperatur angesehen werden kann. Das Verhältnis $\frac{C_A}{G}$ gibt diejenige Zeit an, die bei konstanter Einstrahlung vergeht bis 63% der Endtemperatur erreicht sind und wird deshalb als thermische Zeitkonstante bezeichnet.

Die Temperaturamplitude des Absorbers setzt sich in das Innere der angrenzenden Gasschicht mit der Entfernung abnehmend fort. Auf welcher Strecke die anfängliche Temperaturamplitude auf einen bestimmten Bruchteil absinkt, hängt bei nicht zu kleinem Kammervolumen im wesentlichen von der im Gas auftretenden Temperaturwellenlänge, das heißt von den kalorischen Eigenschaften des Gases und der verwendeten Wechsellichtfrequenz ab. Das Zellgas wird demnach mit der gleichen Frequenz, mit der S_2 einfällt, erwärmt, allerdings von Ort zu Ort verschieden stark. Die Änderung, die dabei das gesamte Gasvolumen erfährt, und damit die Anzeige, wird dann durch die räumlich gemittelte Temperaturamplitude des Gases bestimmt:

$$\bar{\Delta T}_r = \frac{1}{a} \int_0^a \Delta T_{Gas}(x,t) dx \quad \text{mit } a = \text{Kammertiefe.}$$

Für diese Hilfsgröße erhält man eine ähnliche Abhängigkeit von den kalorischen Eigenschaften des Gasvolumens und der Wechsellichtfrequenz, wie für die Temperaturamplitude des Absorbers:

$$\bar{\Delta T}_r = \frac{Q(0,t)}{C_{eff}} \cdot \frac{1}{1 + (w \frac{C_{eff}}{G_{eff}})^2}$$

C_{eff} und G_{eff} sind die Effektivwerte der Wärmekapazität und der Wärmeableitung des Gasvolumens. $Q(0,t)$ ist hier die Wärmemenge, die in der Zeiteinheit vom Absorber an das Zellgas abgegeben wird. Sie ist proportional der Temperaturamplitude, die der Absorber erfährt, wobei der Proportionalitätsfaktor die Verluste zu berücksichtigen hat, die über die Membran und in radialer Richtung erfolgen. Mit Hilfe der räumlich gemittelten Temperaturamplitude er-

f desselben

SECRET

SECRET

25X1

SECRET

- 3 -

hält man über die Gasgleichung schließlich die Volumenänderung des Gases, und so die ihr proportionale Anzeige zu:

$$A \sim \Delta V = \frac{V_0}{T_0} \cdot \Delta T,$$

mit V_0 , T_0 als Nullwerten des Zellgases. Diese einfachen Überlegungen berücksichtigen noch nicht etwaige Rückwirkungen zwischen den einzelnen Vorgängen, zeigen aber, welche Punkte beim Aufbau eines pneumatischen Empfängers für Wechsellichtmessungen zu beachten sind.

I. Um einen möglichst großen Bruchteil der einfallenden Strahlungsenergie als Anzeigeenergie wirksam zu erhalten, muß zunächst G und G_{eff} klein gehalten werden. Dies ist zu erreichen, indem man ein wenig wärmeleitendes Gas zur Füllung verwendet und das Verhältnis von Querschnitt zu Kammertiefe günstig bemißt. Für den Absorber bedeutet es, daß er möglichst wärmeisoliert vom Gehäuse anzubringen ist.

II. Um beim Einfall der Strahlungsleistung $\gamma(t)$ in möglichst kurzer Zeit eine ΔT proportionale Anzeige zu ~~erreichen~~ erreichen, muß C und C_{eff} klein gehalten werden, und zwar um so kleiner, je empfindlicher (kleine G -Werte) die Zelle ist. Diese zweite Forderung läßt sich erfüllen, indem man einmal das Zellenvolumen möglichst klein hält, zum anderen für den Absorber statt Ruß- oder Metallschwarzsichten dünne Metallschichten in Eigenabsorption verwendet, deren Dicke je nach dem verwendeten Metall in der Größenordnung von 100 \AA liegt. Solche Absorptionsschichten stellen infolge ihrer geringen Masse (bei Aluminium ergibt sich eine Flächendichte von $\sim 10^{-5} \text{ g/cm}^2$) außerordentlich kleine Wärmekapazitäten dar, so daß der Einfluß der thermischen Zeitkonstante des Absorbers gegenüber der des Gasvolumens völlig zurücktritt. Im Gültigkeitsbereich der Hagen-Rubensschen Beziehung absorbieren diese dünnen Schichten wellenlängenunabhängig maximal 50%. Die restlichen 50% entfallen zu gleichen Teilen auf Reflexion und Durchlässigkeit, das heißt mittels einer verspiegelten Zellenrückwand können höchstens 62,5% der einfallenden Strahlung absorbiert werden. Der Ausdruck für das Absorptionsvermögen dieser Schichten hängt nur von ihrem Flächenwiderstand ab. Für einen Flächenwiderstand $\rho_d = 188 \text{ \AA}$ ergibt sich das Maximum der Absorption zu 50%. Die Messung des Flächenwiderstandes ist eine Kontrollmöglichkeit, sicherer und einfacher ist jedoch eine Absorptionsmessung im langwelligen Infrarot.

2. Der Nachweisvorgang

Es handelt sich um den Nachweis geringer Lageänderungen eines kleinen Flächenstückes. Dies kann nach dem Prinzip des optischen ¹⁾ "Möglichst wärmeisoliert vom Gehäuse" heißt, daß der Wärmeleitwert zwischen Gehäuse und Absorber klein gegen den parallel liegenden Wärmeleitwert der Gasschicht bleiben muß.

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

25X1

Verstärkers oder mit einer kapazitiven Methode geschehen. In beiden Fällen ist es nötig, daß die Anzeigemembran metallisiert wird. Wir haben uns bei dem Aufbau unseres Versuchmodelles zunächst für die

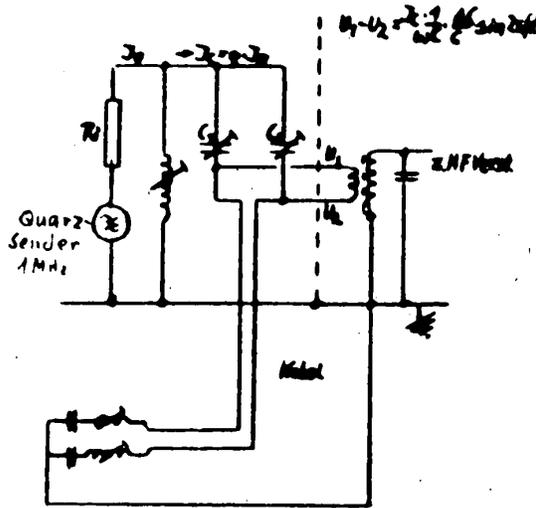


Abb. 2. Modulationsschaltung für Anzeige von periodischen kleinen Kapazitätsänderungen

zweite Möglichkeit entschieden. Zu diesem Zweck befindet sich gegenüber der Anzeigemembran im Abstand von etwa 10^{-2} cm eine Elektrode. Die so gebildete Meßkapazität wird mit einer Induktivität zu einem Resonanzkreis zusammengesaltet. Über eine große Impedanz wird dieser aus einem kleinen Quarzgenerator mit einem Hochfrequenzstrom von einer Frequenz von 1 MHz gespeist. Ist der Resonanzkreis auf den linearen Teil der Resonanzkurve eingestellt, so werden die Lageänderungen der Anzeigemembran als proportionale Spannungsänderungen über dem Resonanzkreis messbar. Um von Störungen, insbesondere von Spannungsschwankungen des Generators unabhängig zu sein, schaltet man zu dem eben beschriebenen Zweig einen genau gleichen parallel, dessen Resonanzkreiskapazität auf den Nullwert der Zellenkapazität

abgeglichen ist. Es wird nun die Differenzspannung über beiden Resonanzkreisen gemessen, indem sie mit einem Hochfrequenzübertrager dem Gitter einer ersten Verstärkerröhre zugeführt wird. Bei der Einstellung der Schaltung muß darauf geachtet werden, daß im linearen Teil der Resonanzkurve gearbeitet wird, da anderenfalls erhebliche Verzerrungen auftreten. Gemessen wird dann die am Demodulator auftretende Wechselspannungsamplitude mit der Frequenz (Abb.2).

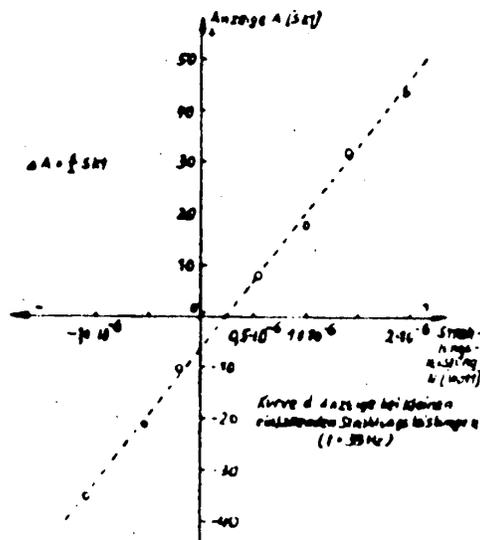
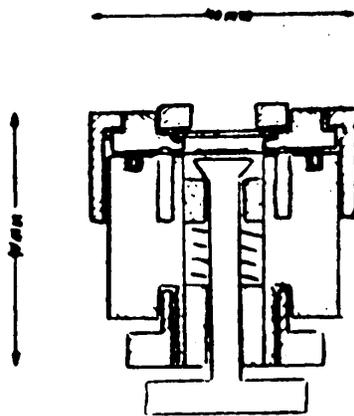
3. Aufbau und Leistungsfähigkeit des Empfängers

Es war, wie bereits erwähnt wurde, beabsichtigt, eine kapazitive Methode zur Anzeige der Membranschwingungen zu benutzen; das heißt, die Anzeigemembran mußte entweder eine Metallfolie oder eine metallisierte Kunststoffolie sein. Andererseits sollte zur Erzielung einer möglichst kleinen thermischen Zeitkonstante des Absorbers eine Metallschicht in Eigenabsorption als Absorptionmittel verwendet werden. Dadurch war der Gedanke nahegelegt, Anzeigemembran und Absorber zu vereinen. Zu diesem Zweck wird der Absorberträger stärker als sonst üblich gewählt, die absorbierende Metallschicht an einer Stelle mit dem geerdeten Gehäuse verbunden und so gleichzeitig als eine Belegung des Meßkondensators benutzt. Es sollte festgelegt werden, inwieweit dieser Vorschlag brauchbar ist. Zunächst wird der Aufbau der Zelle beschrieben (Abb.3). Ein massives Messinggehäuse enthält als eigentliches Kammervolumen einen zylindrischen Hohlraum von 10 mm \varnothing und 2 mm Tiefe. Nach der einen Seite ist die Meßkammer durch das Strahlungseintrittsfenster aus KRS 5 bzw. Quarz begrenzt. Auf der

SECRET

25X1

- 5 -
SECRET



SECRET

SECRET

Rückseite ist der Hohlraum durch eine metallisierte Zelluloidfolie (Dicke $d = 0,3 \dots 1,0 \mu$) abgeschlossen. Die Metallisierung erfolgte durch Aufdampfen von Aluminium im Hochvakuum in einer im Institut vorhandenen Apparatur. Die absorbierende Schicht befindet sich nach dem Innern der Kammer zugewandt und erwärmt so bei Strahlungseinfall das Meßgas. Eine rückwärtige periodische Erwärmung wird dabei durch die geringe Temperaturleitfähigkeit und die relativ große Wärmekapazität der Zelluloidmembran vermieden. Als Zellgas wurde bisher der Einfachheit halber nur Luft bei Normalbedingungen verwendet. Die Gegenelektrode, deren Abstand durch einen Feintrieb eingestellt wird, ist siebartig durchbohrt, um die Dämpfung der Membranschwingungen zu verringern. In der hohlen Elektrode kann ein wenig Trockenmittel aufbewahrt werden, damit die schwach hygroskopischen Membranen längere Zeit brauchbar bleiben. Das ganze Messinggehäuse wird in ein Aluminiumkästchen eingeschraubt, in dem ein Teil der elektrischen Schaltelemente enthalten sind.

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der beschriebenen Anordnung sollen die folgenden Angaben dienen (Abb. 4). Die kleinste nachweisbare Strahlungsleistung betrug bei den für die beigegebene Kurve verwendeten Aufbau etwa 2×10^{-7} Watt bei einer Wechsellichtfrequenz von 33 Hz. Wenn auch dieser Wert im Vergleich zu anderen Strahlungsempfängern recht hoch liegt, so zeigt es doch, daß die geschilderte Anordnung grundsätzlich brauchbar ist. Dabei ist zugleich die große Wechsellichtfrequenz von 33 Hz, die aus technischen Gründen zunächst verwendet wurde, zu beachten. Bei geringeren Wechsellichtfrequenzen dürften noch etwas kleinere Strahlungsleistungen zu messen sein. Die Empfindlichkeit war, je nach Membranstärke etwas verschieden, 15 - 20 Volt pro Watt. Es ist inzwischen gelungen, durch Veränderungen im elektrischen Teil insbesondere durch bessere Anpassung der ersten Verstärkerstufe und durch Vergrößerung der Speiseimpedanzen die Empfindlichkeit um den Faktor 5 - 8 zu vergrößern. Wenn durch diese Steigerung der Empfindlichkeit keine zusätzlichen Rauschursachen elektrischer Art aufgetreten sind, so heißt dies, daß die kleinste nachweisbare Strahlungsleistung um den gleichen Faktor geringer geworden ist. Direkte Messungen zur Ermittlung der kleinsten nachweisbaren Strahlungsleistung bei dieser geänderten Schaltung sind z.Z. noch im Gange.

Literatur 18 (1947) 357;

- F 206. [1] Golay, Rev. Sci. Instr. 18 (1947) 347; 20 (1950) 816.- [2] Hayes, Rev. Sci. Instr. 7 (1936) 5- [3] P.E. Weber, Optik 6 (1950) 152.- [4] Schneiderei, Zt.f.techn.Physik 5 (1942) 122.

cand. phys. H. Böttcher
 Physikalisches Institut der Friedrich-Schiller-Universität
 Direktor: Prof.Dr. Schütz, Jena

SECRET



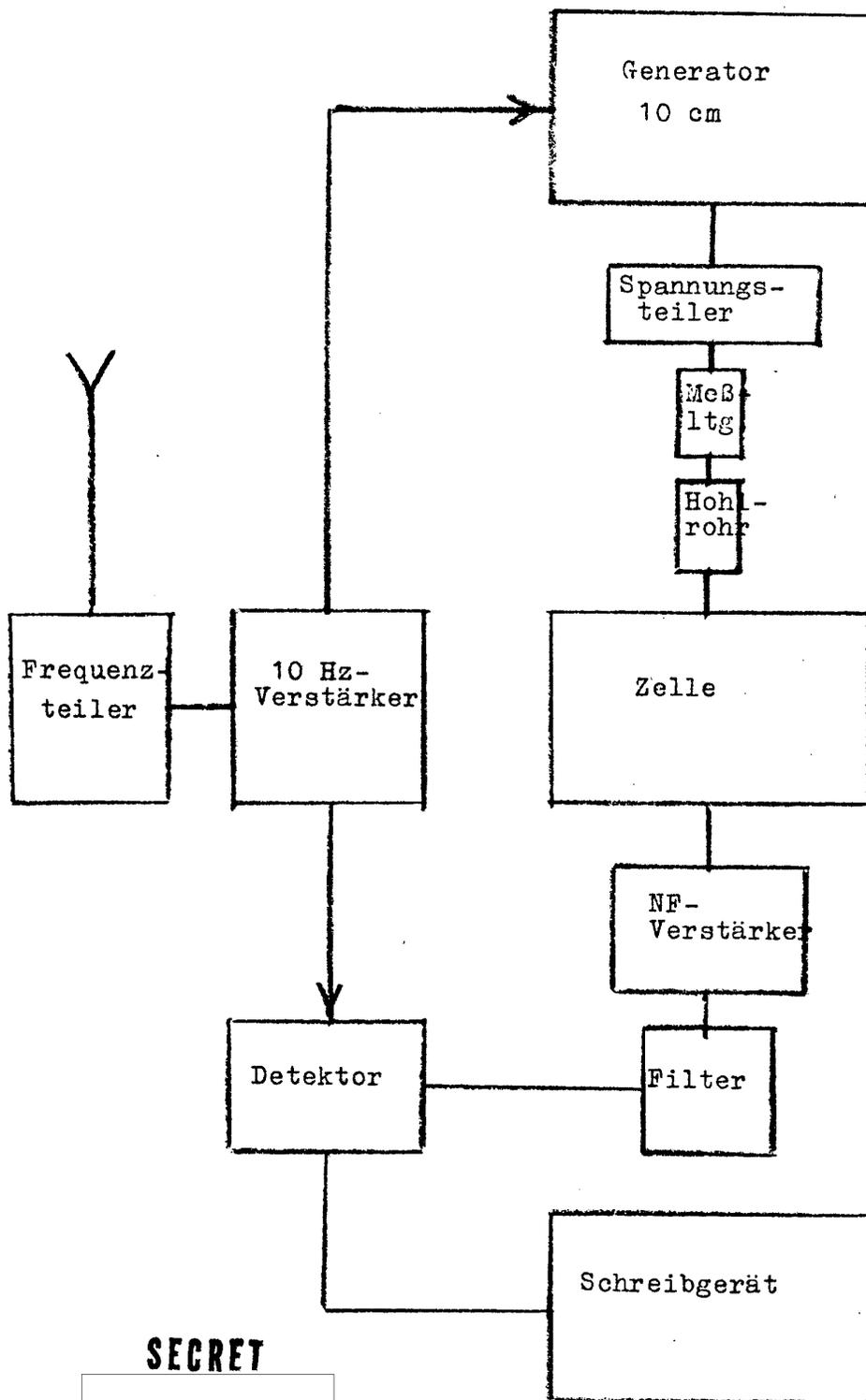
SECRET



Anlage 2



Prinzipschaltbild des Versuchsaufbaus



SECRET

